

## TOVEIS MEKANOELEKTRISK TRANSDUSER

Foreliggende oppfinnelse angår påtrykning og avføling av akustisk eller mekanisk vibrasjon, med tilførsel og avgivelse av elektriske signaler som tilsvarer en parameter ved en vibrasjonstilstand. Mer spesielt angår oppfinnelsen en mekanoelektrisk transduser for påtrykning og avføling av vibrasjon og tilførsel og avgivelse av minst ett elektrisk signal som samsvarer med den påtrykte henholdsvis avføyte vibrasjonen.

Transdusere mellom elektrisk og mekanisk energi (vibrasjoner, kraft, akselerasjon) har mange anvendelser, og finnes i mange utførelsesformer. Vanligvis benyttes to eller tre separate transdusere for eksempel å avføle akselerasjon i tre ortogonale retninger, ved at massive legemer opphengt i fjærende systemer beveger seg i forhold til hvert sitt referanse-rammeverk.

Fra GB 2.055.018 og EP 118.329 er kjent transdusere hvor et massivt legeme er opphengt sentralt i piezoelektriske, fleksible "lameller" eller i piezoelektriske tråder, for seismiske og akustiske deteksjons-anvendelser.

Beslektet teknikk finnes også i GB 2.166.022, som viser en transduser i form av en høyttaler, dvs. med omsetting fra elektriske til akustiske signaler, og hvor det benyttes et massivt legeme som er opphengt sentralt i en piezoelektrisk, tynn høyttalermembran som kan være delt i flere lamell-lignende områder ved hjelp av radiale innsnitt. Da det er vanlig kjent at en høyttaler også kan anvendes som mikrofon, må den sistnevnte publikasjonen anses å angi en toveis transduser. Publikasjonens poeng med sentrallegemet er at man kan senke det brukbare frekvensområdet for høyttaleren ved å tilføye sentermassen.

Foreliggende oppfinnelse tar sikte på å tilveiebringe en toveis transduser som bedre enn tidligere kjente løsninger kan operere med retningsbestemt virkning og tilveiebringe god utsendelse og deteksjon, spesielt i forbindelse med ekkomålinger på biologisk vev.

Ifølge oppfinnelsen er det derfor tilveiebrakt en mekanoelektrisk, toveis transduser slik som definert nøyaktig i det vedføyde patentkrav 1. Fordelaktige utførelsesformer av oppfinnelsen fremgår av de tilknyttede, uselvstendige patentkravene.

I det følgende skal oppfinnelsen belyses nærmere ved gjennomgang av eksempelvisse utførelsesformer, og det vises i denne sammenheng også til de vedføyde tegningene, hvor

fig. 1 viser en første utførelsesform av transduseren ifølge oppfinnelsen, med sende- og mottaks-aktivitet hos opphengssektorer,

fig. 2 viser en utførelsesform med aktivt senterlegeme,

fig. 3a og 3b viser en første utførelsesform med strammestruktur for senterlegemet,

fig. 4a og 4b viser en andre slik utførelsesform, og

fig. 5 viser skjematisk en utførelsesform med signalfasing.

I fig. 1 vises en første utførelsesform av transduseren 1 ifølge oppfinnelsen. I et ringformet rammeverk 2 henger et senterlegeme 4 i en plan opphengsstruktur 3 i form av et antall elastiske, sektorformede ark 5, her åtte slike sektorer 5.

I utførelsesformen som vises i fig. 1, er rammeverket 2 videre opphengt i en ytterramme 6 ved hjelp av en ytre, elastisk opphengsstruktur i form av elastiske strenger 7, men en slik ytterramme 6 med ytre opphengsstruktur er ikke obligatorisk for oppfinnelsen.

Signalledere 8 fører til og fra sektorene 5 og eventuelt senterlegemet 4, og en kontakt 9 er anbrakt på ytterrammen 6. Lederne 8 er ikke vist detaljert videre innenfor rammeverket 2, men går til og fra hver enkelt sektor 5, og eventuelt til og fra senterlegemet 4.

Hvert sektor-ark 5 kan være festet i ytterkant mellom to deler av ringen 2, og i indre "spiss" mellom to halvkuler som utgjør senterlegemet 4. Sektor-arkene 5 er for eksempel laget av PVDF (polyvinylidenfluorid), som er et materiale med piezoelektriske egenskaper, og som kan omforme elektrisk innsignal til vibrasjon som kan forplante seg til et medium foran (over) transduseren, for eksempel kroppsvev, og av innkommende vibrasjonsbølger som treffer en sektor (eller flere sektorer), til elektriske utsignaler. Hver sektor 5 er separat adresserbar med separate ledere 8.

I denne første utførelsesformen er senterlegemet 4 bare et massivt legeme som, når transduseren er montert som fremre del av for eksempel en håndholdt undersøkelsesenhet, vil ligge an mot for eksempel en pasients hudflate, slik at transduseren sentralt vil bli trykket bakover. Dette bevirker at sektorene 5 vil bli

noe vinklet i forhold til den ubelastede stillingen, og derved oppnås en fokuserings-  
virkning for eksempel slik som antydnet i fig. 1. Det bemerkes for øvrig at med en  
ytre opphengsstruktur 7 av elastisk type, slik som vist i fig. 1, vil nedbøyning skje  
også der. I en utførelsesform uten en slik ytre struktur, vil sektorenes vinkling bli  
5 noe skråere.

Med en transduser av den her viste type vil det være mulig å sende vibra-  
sjoner med én eller noen sektorer, samtidig som en annen sektor, eller noen andre  
sektorer, er i stand til å motta reflekterte vibrasjoner, dvs. ekko.

En annen fordel er muligheten for å fjerne uønskede signaler, dvs. støy,  
10 ved bruk av forskjellige sektors mottaks-signaler ved etterbehandling. Det er for  
øvrig også mulig å kople et støysignal i motfase inn på signallederne til for eksem-  
pel en spesiell sektor for å kansellere støydelen av sektorens mottaks-signal.  
Støysignalet som innkoples, kan komme fra for eksempel et piezoelement på den  
ytre opphengsstrukturen 7, som også mottar inngående støysignal, eller fra en  
15 separat anordnet sensor.

I den utførelsesform som vises i fig. 2, er også senterlegemet 4 "aktivt", dvs.  
selve senterlegemet inneholder piezoelementer 10 og 11, i det viste tilfellet et  
piezoelement 10 for utsendelse av vibrasjoner, og et piezoelement 11 for mottak-  
ing av reflekterte vibrasjoner. For øvrig er transduseren slik som angitt i forbind-  
20 else med fig. 1. Signalledere til senterlegemets piezoelementer vises ikke i fig. 2,  
men de følger baner på sektorene 5 frem til senterlegemet 4.

I den viste utførelsesformen er piezoelementene 10 og 11 innstøpte "halv-  
måner" av piezomateriale. Bruksmåten for en slik utførelsesform som her omtalt,  
vil for eksempel være at senterlegemets piezoelement 10 sender ut høyfrekvente  
25 vibrasjoner, gjerne i området 5-10 MHz (men ikke begrenset til dette området), for  
å foreta en ekko-Doppler-undersøkelse. Reflekterte vibrasjoner oppfanges med  
elementet 11.

Samtidig med ekko-Doppler-undersøkelsen med senterlegemet 4, kan sek-  
torene 5, eller noen av dem, brukes for vanlig auskultasjon, dvs. til ren lytting til  
30 akustiske vibrasjoner fra en kropp.

I fig. 3a og 3b vises en utførelsesform av transduseren ifølge oppfinnelsen,  
hvor det er mulig å forandre og ha kontroll over sektorenes skråstilling (jfr. skråstil-  
lingen som ble nevnt ovenfor og som oppnås ved å presse senterlegemet 4 mot

en overflate). Dette oppnås ved at senterlegemet 4 er utformet med et forlenget bakstykke 14 som gripes/holdes av en hylse 15, på slik måte at hylsen kan rotere omkring en nedre (ikke vist) kule eller utvidelse på bakstykket 14, slik at bakstykket (og dermed senterlegemet) kan trekkes nedover når hylsen 15 vandrer roterende nedover. En slik roterende nedoverbevegelse bevirkes ved å dreie hodet 13 slik at et gjengeparti inne i delen 16, som holdes av et antall stag 12, samarbeider med gjenger på bolten 17, slik at loddrett bevegelse fremkommer. Derved kan altså vinkling og stramming av sektorene 5 reguleres.

Slik det vises i fig. 3a, b, er stagene 12 festet i ringen 2, så strammingen påvirker bare selve hoveddelen av transduseren med sektorene 5. Men i fig. 4a og 4b vises en variant hvor stagene 12 er festet til den ytterste ringen 6. Dette betyr at også den ytre opphengsstrukturen blir strammet og skråstilt ved hjelp av reguleringsystemet 12-17.

Den buede formen på stagene 12 er hensiktsmessig, men ikke obligatorisk.

For øvrig er transduservariantene som vises i fig. 3 og 4, ment å fungere etter samme prinsipper som omtales vedrørende utførelsesformene i fig. 1 og 2.

I fig. 5 vises skjematisk en utførelsesform hvor man ved detaljert styring av signaler som påtrykkes de enkelte piezoelektriske sektorene 5, kan tilveiebringe ytterligere retningsstyring av utsendt mekanisk svingningsbølge. Man benytter da et prinsipp som er kjent fra antenne-teknikk, f.eks. innen mobiltelefoni, hvor antenner som består av et flertall antenne-elementer, "avfyres" med små forsinkelser eller faseforskyvninger i forhold til hverandre, slik at konstruktiv interferens oppnås i en ønsket retning ut fra total-antennen. (Prinsippet benyttes også ved mottaking/lytting, dvs. man åpner "lyttevinduer" i tilknyttet mottaker-elektronikk i "faset rekkefølge" og summerer delsignaler slik at man effektivt lytter i spesielle retninger.)

Således besørger man retningsstyrt, faset utsendelse av mekaniske vibrasjonsbølger ved at styringsenheten 21 avgir faseforskjøvne (og eventuelt intensitetsregulerte) signaler til sektorene 5 via flertråds kabelen 20 og multikontaktene 19 og 9 og lederne 8, til kontaktpunktene 18 på hver sektor, som altså får fasestyrte signaler. (Ytterligere detaljert styring kan eventuelt oppnås ved ekstra, radiell deling av de aktive piezoelektriske sektorområdene og med separat signal-tilføring til disse.) Signallederne 8 og kontaktpunktene 18 er forøvrig bare vist skjematisk,

f.eks. er ikke alle lederne 8 vist trukket helt til kontakten 9, men dette er selvfølgelig meningen. I fig. 5 er transduseren for enkelhets skyld vist i en utførelsesform uten ytterramme, men en slik ytterramme 6 som på de øvre figurene kan selvfølgelig benyttes også i den "fasede" utførelsesformen.

5 Mottaking/lytting kan selvfølgelig også foretas etter samme fasings-prinsipp. En data/regneenhet i styringsenheten 21 håndterer signalfasingen både ved utsendelse og mottaking, i henhold til innprogrammerte algoritmer.